

10/953827

L5 ANSWER 7 OF 70 HCAPLUS COPYRIGHT 2007 ACS on STN

ACCESSION NUMBER: 2004:854051 HCAPLUS

DOCUMENT NUMBER: 142:27432

TITLE: Wastewater treatment method using biological 3 step digestion process in one reactor

INVENTOR(S): Han, Dong Jun; Rim, Jae Myoung

PATENT ASSIGNEE(S): S. Korea

SOURCE: Repub. Korea, No pp. given

CODEN: KRXXFC

DOCUMENT TYPE: Patent

LANGUAGE: Korean

FAMILY ACC. NUM. COUNT: 1

PATENT INFORMATION:

PATENT NO.	KIND	DATE	APPLICATION NO.	DATE
KR 202066	B1	19990615	KR 1997-5372	19970221
			KR 1997-5372	19970221

PRIORITY APPLN. INFO.:

AB Devised is a modified A2/O process having built-in biofilm media and anaerobic tank within a single reactor, in which a heat means is installed around the reactor to control the optimal temperature range of 35 to 50° for methanogenic/heteroacetogenic bacteria, also methane gas generated by methanogenic bacteria and untreated suspended sludge adsorbed in biofilm media were used together as a C source essential to nitrification. Wastewater supplied through inlet pipe is treated anaerobically in the reactor, wherein methanogenic/heteroacetogenic bacteria decompose orgs. and phosphate release from microorganisms occur. And then, wastewater flows into anoxic biofilm media for denitrification. Denitrified wastewater flows into aerobic tank in which luxury uptake of phosphate by poly-P microorganism is carried out. A portion of sludge generated from a sedimentation tank is returned to the reactor through a sludge return pipe after mixed with raw wastewater. Nitric oxide gas generated from the aerobic tank is supplied to the biofilm media through a pipe.

Arnold

공개특허번호 1998-068656

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl. 6  
C02F 3/30

(11) 공개번호 특1998-068656  
(43) 공개일자 1998년10월26일

(21) 출원번호 특1997-005372  
(22) 출원일자 1997년02월21일

(71) 출원인 한동준  
강원도 춘천시 석사동 639-3 10동 1반  
임재명  
강원도 춘천시 퇴계동 945번지 금호아파트 202동 908호

(72) 발명자 한동준  
강원도 춘천시 석사동 639-3 10동 1반  
임재명  
강원도 춘천시 퇴계동 945번지 금호아파트 202동 908호

(74) 대리인 강석주  
심사청구: 있음

(54) 단일반응조에서의 생물학적 3상 소화공정을 이용한 폐수처리방법

요약

1. 청구범위에 기재된 발명이 속한 기술분야

본 발명은 미생물의 신진대사 특성 및 기질 환원속도를 이용하여 도시하수, 축산폐수 및 유기성상 산업폐수 등에 함유된 고농도의 유기물 및 질소, 인 등의 영양염류를 제거하는 방법 및 그 장치에 관한 것이다.

2. 발명이 해결하려고 하는 기술적 과제

본 발명은 종래의 혐기/호기(A/O) 폐수처리공정 및 혐기/준혐기/호기(A<sup>2</sup>/O) 폐수처리공정에서 나타나는 문제점을 해결하고, 폐수의 혐기성 처리 및 준혐기성 처리 공정을 단일 반응조에서 수행할 수 있어 공정 설비에 소요되는 비용을 절감함과 동시에 인제거가 가능할 뿐만 아니라, 혐기성 처리시 및 탈질처리시의 적정 온도의 일괄하여 관리할 수 있으며, 탈질처리시 필요한 탄소영양원을 자체적으로 공급할 수 있는 폐수처리방법을 제공함에 목적이 있다.

3. 발명의 해결방법으로 요지

상기한 목적을 달성하기 위하여 본 발명은 최초 침전지에서 1차로 침전 처리된 인입폐수는 인입폐수도관(2)을 통하여 반응조(1')로 상향 유입됨으로서 순차적으로 산생성단계(3)와 메탄생성단계(4)를 거치면서 혐기처리된 후, 반응조(1')의 상부에 구성된 준혐기성여재(9')로 유입됨으로서 탈질화되는 준혐기성 과정을 거친 다음, 호기성조(10)로 유입되어 호기처리되고, 호기처리된 폐수 혼합액은 호기성조(10)에서 침전조(11)로 이송되어 침전처리된 후 상등액은 배출되고 침전된 슬러지의 일부는 슬러지도관(14)을 통하여 반응조로(1') 반송되어 인입폐수와 혼합 유입되며, 상기 호기성조(10)로부터 호기처리되어 생성된 산화질소는 산화질소도관(13)을 통하여 반응조(1')의 상부에 구성된 준혐기성여재(9')로 혼합유입됨으로써 이루어지는 단일반응조에서의 생물학적 3상 소화공정을 이용한 폐수처리방법을 제공한다.

4. 발명의 중요한 용도

본 발명은 도시하수, 축산폐수 및 유기성상 산업폐수 등의 처리를 위한 용도를 갖는다.

대표도

도2

명세서

## 도면의 간단한 설명

도 1은 종래의 혐기/준혐기/호기( $A^2/O$ ) 폐수처리 공정도도 2는 본 발명의 폐수처리 공정도도 3은 메타노트릭스(Methanotrix)의 전자 현미경 사진\*도면의 주요부분에 대한 부호의 설명\*1,1':반응조2:인입폐수도관3:메탄생성단계4:산생성단계5:가온장치6:가스-고형물분리장치7:가스유출구8:가스수집조9:준혐기성조9':준혐기성여재10:호기성조11:침전조12:외부유기탄소영양원13:산화질소도관14:슬러지도관

## 발명의 상세한 설명

## 발명의 목적

## 발명이 속하는 기술 및 그 분야 종래기술

본 발명은 미생물의 신진대사 특성 및 기질 환원속도를 이용하여 도시하수, 축산폐수 및 유기성상 산업폐수 등에 함유된 고농도의 유기물 및 질소, 인 등의 영양염류를 제거하는 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 종래의  $A^2/O$ (혐기-준혐기-호기)처리 공정에 생물막(Biofilm) 공법을 적용하여 산형성 단계, 메탄 형성 단계 및 탈질화 반응 단계를 단일 반응조 내에 구성하여 적절한 반응 온도의 유지가 용이하고 탈질화 반응시 내부 탄소원의 사용이 가능할 뿐만 아니라, 폐수의 혐기성 처리시에 산화질소의 유입을 억제함으로써 인 제거 효율을 향상시킬 수 있는 단일반응조에서의 생물학적 3상 소화공정을 이용한 폐수처리방법에 관한 것이다.

근래에 이르러 국민생활 수준의 향상과 함께 전분야에 걸쳐 급속도로 산업이 발달함에 따라 이에 대한 반대급부로서의 환경오염 문제가 심각하게 대두되고 있으며, 특히 발생량에 있어서 지하급수적인 증가추세를 나타내고 있는 도시하수, 산업 폐수 등의 수질 오염 물질은 생태계 파괴 등의 많은 문제점을 나타내고 있다.

일반적으로 산업폐수 및 도시하수 등의 오염물질에는 유기성 오염물질 뿐만 아니라 질소, 인 등의 영양염류 물질이 다량 함유되어 있으며, 이중 유기성 오염물질을 제거하기 위한 방법으로서 종래에는 표준활성슬러지법 및 혐기성 소화공법 등이 주로 사용되고 있다.

그러나 상기 유기성 오염물질을 제외한 질소, 인 등의 영양염류 물질은 재래적 방법으로는 잘 처리되지 않기 때문에 대부분 미처리 상태로 방류되어 지표수의 부영양화 및 음용수 수질 저하를 초래하여 왔다.

이러한 이유로 원폐수로부터 질소, 인 등의 영양염류 물질을 제거하기 위한 화학적, 생물학적 방법에 관한 연구가 소개되고 있는바, 표준활성슬러지법에 의하여 유기성 오염물질을 제거한 원폐수로부터 질소를 제거하기 위한 화학적 방법으로는 이온교환칼럼을 통과시켜 암모니아이온을 선택적으로 치환하는 방법과 pH를 높여서 암모니아를 자유암모니아 상태로 변화시킨 뒤 탈기탑에서 산화시켜 기체상태로 휘산시키는 방법 등이 있다.

이와 함께 화학적으로 인을 제거하기 위한 방법으로는 원폐수내에 용해성 인산( $PO_4^{3-}$ )형태로 존재하는 인을 염화제이철, 황산알루미늄 또는 소석회 등을 응집제조로써 사용하여 침전시킨 후 제거하는 응집침전법 등이 있다.

그러나 상기한 화학적인 영양염류 제거방법은 처리과정 상의 효율성이 하락하는 문제점이 있을 뿐만 아니라 처리액 내의 영양염류 물질의 농도를 부영양화 방지 효과를 나타낼 정도의 만족스러운 상태로 낮추기 위해서는 다량의 화학약품 사용하여야 하기 때문에 비경제적인 문제점이 있으며, 이러한 화학적 처리 과정을 완료한 후의 처리물질은 2차 적인 오염물질로서 남게되는 문제점이 있다.

따라서, 최근에는 상기 화학적 처리방법의 문제점을 고려하여 원폐수에 함유된 질소, 인 등의 영양염류 물질을 제거하기 위한 방법으로서 미생물을 이용하는 생물학적인 처리방법이 크게 각광을 받고 있다.

생물학적인 질소제거는 질산화/탈질법을 기본 공정으로 하여 질산화 미생물에 의하여 암모니아성 질소를 산화시켜 질

## KIPRIS(공개특허공보)

산성 질소로 변화시킨 후 분자상태의 산소( $O_2$ )가 없는 무산소 또는 준혐기성조건하에서 탈질화 미생물에 의하여 질소가스로 변화시킴으로써 제거하는 방법이며, 생물학적인 인제거 방법은 활성슬러지법을 수정한 생물학적 탈인법으로서 이 방법의 기본 원리는 슬러지 내의 미생물군이 혐기성 조건에서 인을 용출(Release)하고 호기성 조건하에서 슬러지 내의 유기성 물질을 분해하는 과정을 통하여 인축적 미생물(poly-P microorganisms)이 인을 과잉섭취(luxury uptake)하는 현상을 이용한 것이다.

이러한 생물학적인 영양염류 제거 원리를 응용한 방법의 예로는 포스트립(Phostrip), 바덴포 공정(Badenpho process), 혐기/호기처리 방법 등이 있으며, 이러한 방법들 중에서 혐기/호기(A/O)처리 방법은 표준 활성슬러지 공정과 매우 유사할 뿐만 아니라 공정자체가 여타 방법에 비하여 매우 간단하기 때문에 가장 널리 이용되는 폐수처리 방법중의 하나이다.

이러한 혐기/호기(A/O) 처리방법은, 반송 활성슬러지가 유입폐수와 함께 혼합되어 먼저 혐기성조를 지나 호기성조를 경유함으로써 슬러지내에 함유된 인이 혐기성조건에서 용출되고, 호기성조건에서 인 축적 미생물에 의하여 과잉섭취되어 소모되는 것으로 최종적으로 고농도의 인을 함유한 잉여슬러지를 폐기함으로써 궁극적으로 폐수내의 인을 제거하는 공정에 의한 것이다.

그러나 상기 혐기/호기(A/O) 방법은 폐수내에 존재하는 영양염류 중 인제거를 주목적으로 하여 개발된 것으로서, 만일 질소제거를 위하여 호기성조로부터 생성된 산화질소를 혐기성조에 유입시킬 경우 유입된 산화질소의 작용으로 혐기성조에서의 인 용출작용이 방해받게 됨으로서 호기성조에서의 인축적 미생물에 의한 인제거가 이루어지지 않는 문제점이 발생된다.

이러한 혐기/호기(A/O)공정의 문제점을 개선한 방법으로서 혐기/준혐기/호기( $A^2/O$ ) 처리공정이 소개된 바 있으며, 이러한 혐기/준혐기/호기( $A^2/O$ ) 공정은 혐기성조와 호기성조 사이에 탈질을 위한 준혐기성조를 별개로 구성함으로써 질소제거를 위한 산화질소를 준혐기성조에 직접 유입시킬 수 있어 폐수 처리시 인제거 및 탈질을 함께 유도할 수 있을 뿐만 아니라 인제거를 위한 혐기성 조건에서의 인 용출에 관계되는 산화질소의 영향을 감소시킬 수 있는 장점을 가지고 있다.

이와 관련된 종래의 처리 공정의 일예를 첨부된 도면을 참조하여 설명하기로 한다.

도 1은 종래의 혐기/준혐기/호기( $A^2/O$ )처리 공정도를 나타낸 것으로서, 최초 침전지(도면에 도시되지 않음)를 경유하여 1차 처리된 인입폐수는 인입폐수도관(2)을 통하여 침전조(11)로부터 슬러지도관(14)을 통하여 반송되는 슬러지와 함께 혼합되어 내부가 혐기성 상태로 유지된 반응조(1)로 직접유속으로 상향 유입되며, 유입된 폐수혼합액은 반응조(1)내에서 상향류하여 순차적으로 산생성단계(3)와 메탄생성단계(4)를 거치면서 폐수 혼합액 내에 함유된 유기물 분해되는 과정을 거친 다음, 반응조(1)의 상부에 구성된 가스-고형물분리장치(6)를 통과하면서 상기 산생성단계(3) 및 메탄생성단계(4)로부터 발생한 메탄, 이산화탄소 등의 가스는 폐수 혼합액에 함유된 슬러지로부터 분리되어 가스유출구(7)에 의하여 포집된 후 가스수집조(8)로 수집되고, 가스가 제거된 폐수 혼합액은 준혐기성조(9)로 유입되며, 호기성조(10)로부터 산화질소도관(13)을 통하여 준혐기성조(9)로 반송되는 산화질소 및 외부 유기탄소영양원(12)과 함께 혼합된 후 탈질화 미생물에 의하여 탈질되는 준혐기성공정을 거쳐 호기성조로(10)로 유입되고, 호기성조(10)로부터 산화질소도관(13)을 통하여 탈질되는 준혐기성공정을 거쳐 호기성조로(10)로 유입되고, 호기성조(10)를 통하여 혐기/준혐기/호기( $A^2/O$ )처리공정에서 인을 과잉 섭취한 미생물 슬러지의 일부는 슬러지도관(14)을 통하여 반응조로(1) 반송되어 인입폐수(2)와 혼합유입됨으로서 기 설명한 처리과정을 반복하는 공정을 포함한다.

상기 공정에서 반응조(1)내에서 이루어지는 고율 혐기성 반응 및 준혐기성조(9)내에서 이루어지는 준혐기성 탈질 반응은 반응시에 주어지는 기질(오염물질)의 농도와 특성, 미생물의 양과 종류 및 신진대사 경로 및 반응온도 등의 환경인자들에 따라 그 처리 효율성의 여부가 결정된다.

특히, 반응온도는 고율 혐기성 처리 효율 및 탈질효율 등의 전반적인 오염물질 제거 효율에 크게 영향을 미치는 주요한 영향인자로서, 혐기성 반응 및 탈질반응시의 최적 온도는 35 내지 50°C로 유지되는 것이 바람직함이 알려져 있다.

이와 관련하여, 상기 종래의 혐기/준혐기/호기( $A^2/O$ ) 처리 공정에서는 반응조(1)의 일측에 가온장치(5)를 구성하여 적정온도를 유지하도록 하였으나, 이는 고율 혐기성 공정에 해당하는 반응조(1)에서의 반응온도만을 조절할 수 있는 것으로, 유기물 및 질소제거의 목적에 따라 반응조(1)와 준혐기성조(9)를 분리된 상태로 구성하여 처리공정을 수행함으로써 탈질 반응을 위한 준혐기성조는 외부온도 변화에 따른 영향을 많이 받게 되며, 특히 동절기의 저온에서는 탈질

효율이 급격히 감소되는 문제점을 지니고 있다. 이러한 문제점을 보완하기 위해서 준혐기성조(9)에 가온을 위한 장치를 별개로 구성할 경우에는 설치비용이 추가로 소요되는 문제점이 있다.

또한 호기성조(10)로부터 유입된 산화질소는 준혐기성조(9)에서 미생물에 의하여 탈질화되며 이때 관여하는 미생물은 과정에서 혐기성 종속영양미생물(Heterotrophs)로서 반드시 탈질화 미생물은 탄소 영양원을 필요로 하게 되는 데, 종래에는 메탄을, 아세트산 등의 유기탄소원(12)을 외부에서 주입하여 사용하여야 함으로서 이러한 순수 화학물질을 유기 탄소원은 비교적 고가인 관계로 인하여 처리 비용이 과다하게 소요되는 비경제적인 문제점이 있다.

#### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 종래의 혐기/호기(A/O) 및 혐기/준혐기/호기( $A^2O$ ) 처리공정에서 나타나는 제반 문제점을 해결하기 위한 것으로, 혐기성 반응조의 상부지역에 생물막(Biofilm) 여재를 구성하고 이를 탈질화를 위한 준혐기성조로서 이용하는 것으로서 산형성 단계, 메탄 생성단계를 포함하는 혐기성 공정 및 탈질화 단계를 포함하는 준혐기성 공정의 3상 처리공정을 단일 반응조내에서 수행할 수 있어 전체적인 처리공정이 단축이 가능하고, 탈질화 공정의 반응온도를 적절하게 유지, 관리하기가 용이할 뿐만 아니라, 종래의 혐기/호기(A/O)에서 탈질을 위하여 호기성 처리과정으로부터 질산화된 산화질소가 혐기성 반응조로 직접유입될 경우 인의 용출작용이 저해되는 것을 방지할 수 있는 단일반응조에서의 생물학적 3상 소화공정을 이용한 폐수처리방법을 제공함에 목적이 있는 것이다.

종래에도 혐기성 반응조의 상부에 여재를 구성하여 혐기성 반응조내에서 상향류되는 폐수로부터 활성슬러지를 여과하는 방법의 상향류식 혐기성베드필터(Uplow anaerobic Bed Filter) 공정이 소개된 바 있으나, 이는 단순히 폐수내의 활성슬러지가 혐기성반응조의 외부로 유출되지 않도록 하는 고·액분리기로서의 기능을 위한 것으로 이들 준혐기성 반응을 수행하기 위한 생물막(biofilm) 여재로서 이용하여 탈질을 수행하는 공정에 관한 기술은 지금까지 소개된 바 없다.

#### 발명의 구성 및 작용

상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 바람직한 일 실시예를 첨부된 도면에 의거하여 상세히 설명하면 다음과 같다.

도 2는 본 발명의 폐수처리 공정의 일예를 도시한 것으로서, 최초 침전지(도면에 도시되지 않음)에서 1차로 침전 처리된 인입폐수는 인입폐수도관(2)을 통하여 반응조(1')로 상향 유입됨으로써 순차적으로 산생성단계(3)와 메탄생성 단계(4)를 거치면서 혐기처리된 후, 반응조(1')의 상부에 구성된 준혐기성여재(9')로 유입됨으로써 탈질화되는 준혐기성 과정을 거친 다음, 호기성조(10)로 유입되어 호기처리되고, 호기처리된 폐수 혼합액은 호기성조(10)에서 침전조(11)로 이송되어 침전처리된 후 상등액은 배출되고 침전된 슬러지의 일부는 슬러지도관(14)을 통하여 반응조로(1') 반송되어 인입폐수와 혼합 유입되며, 상기 호기성조(10)로부터 호기처리되어 생성된 산화질소는 산화질소도관(13)을 통하여 반응조(1')의 상부에 구성된 준혐기성여재(9')로 혼합유입되어지도록 구성된다.

상기의 구성으로 이루어지는 본 발명의 폐수처리 공정을 작용효과 측면에서 보다 상세히 설명하기로 한다.

최초 침전지(도면에 도시되지 않음)를 경유하여 1차 처리된 인입폐수는 인입폐수도관(2)을 통하여 침전조(11)로부터 슬러지도관(14)을 통하여 반송되는 슬러지와 함께 혼합되어 내부가 혐기성 상태로 유지된 반응조(1')로 상향 유입되며, 유입된 혼합액은 반응조(1')내에서 상향류하여 순차적으로 산생성단계(3)와 메탄생성단계(4)를 거치면서 폐수 혼합액 내에 함유된 유기물이 반응조(1') 내에서 부유성장(Suspended growth)하는 산생성 미생물 및 메탄생성 미생물에 의하여 분해됨으로써 아세트산, 메탄 및 이산화탄소를 생성하며 안정화되는 혐기성 처리공정을 거친다.

이상 설명한 혐기성 처리공정에서는 미생물에 의하여 폐수혼합액 내의 유기물이 분해되어 안정화됨과 동시에 활성화된 슬러지로부터 인이 용존인으로 용출되는 과정을 포함한다.

이때 반응조(1')의 초기 운전효율을 높이기 위하여 반응조(1')의 하부에는 소화슬러지 및 활성슬러지로 이루어지는 비입자상(non-granule) 또는 입자상(granule) 슬러지가 미리 식중되는데, 식중되는 슬러지는 60 내지 70g VSS/L의 고형물농도를 갖는 것이 바람직하며 식중량은 반응조 부피에 대하여 10 내지 20gr VSS/L 정도면 충분한 것이다.

따라서, 인입폐수 및 침전조(11)로부터 슬러지도관(14)을 통하여 반송되는 슬러지는 반응조(1') 내로 유입된 후 기식중된 슬러지 층을 통과하면서 1차적으로 산생성단계(3)를 거치게 되며, 이때 슈도모나스(Pseudomonas), 플라보박테리움(Flavobacterium), 알카리제니스(Alcaligenes), 에스체리시아(Escherichia) 및 에어로박터(Aerobacter)

## KIPRIS(공개특허공보)

등의 산생성세균에 의하여 폐수혼합액 내에 함유된 유기물들은 프로피오네이트, 부타노에이트, 장쇄의 지방산 또는 방향족알데하이드 등의 화합물로 분해된다.

상기 과정에서 의하여 분해된 화합물은 다시 산생성단계(3)에서 아세트산 생성균(Heteroacetogenic bacteria)에 의하여 아세트산과 수소로 변환되고 후속되는 혐기성 처리단계인 메탄생성단계(4)에서 아세트산은 메탄과 이산화탄소로 재차 분해됨으로서 아세트산의 생성율은 메탄생성율에 직접적으로 영향을 미치게 된다.

따라서, 산 생성 반응시 생성물로서 아세트산과 함께 생성되는 수소의 분압을 반응조(1')내에서  $10^{-4}$  atm 이하로 조절하게 되면 전체 아세트산 생성반응의  $\Delta G^0$  값이 음의 값으로 유지됨으로서 열역학적인 측면에서 아세트산의 생성반응이 순조롭게 진행될 수 있어 결국 메탄생성율을 포함한 전체적인 혐기성 처리효율을 높일 수 있다.

상기 산생성단계(3)로부터 생성된 아세트산을 포함하는 폐수혼합액은 반응조(1')의 하부 산생성단계(3)로부터 상향류됨으로서 기 설명한 바와 같이 아세트산이 메탄생성균(Methanogenic bacteria)에 의하여 메탄과 이산화탄소로 분해되고 이산화탄소는 다시 수소와 반응하여 메탄과 물로 생성되는 메탄생성단계(4)를 거치게 된다.

메탄생성균은 산소에 매우 민감하여 산소와 접촉할 경우 쉽게 사멸되므로 반응조(1') 내의 산화환원전위(Redox potential)는 약 300mV 내외로 하여 반응환경을 절대혐기성 상태로 지속시키게 되면 메탄생성균의 생장을 촉진할 수 있다.

상기 산형성단계(3) 및 메탄형성단계(4)의 혐기성 처리공정이 진행되는 동안 인제거 미생물에 의한 인대사 및 유기물 대사 또한 진행되며, 이러한 미생물의 인 대사에 의하여 침전조(11)로부터 유입된 슬러지에 존재하는 인이 폐수혼합액 측으로 방출되어 용해성 인으로 존재하게 됨으로서 폐수혼합액 내의 인농도는 증가하게 된다.

이상의 혐기성 처리과정으로부터 처리된 폐수혼합액은 상향류하여 반응조(1')의 상부에 구성된 준혐기성여재(9')의 하부로 유입되고, 이와 함께 호기성조(10)에서 폭기 등의 방법에 의하여 호기처리되어 암모니아성 질소로부터 질산성질소( $\text{NO}_x$ )로 변환된 산화질소가 산화질소도관(13)을 통하여 반응조(1')의 준혐기성여재(9')의 하부로 동시에 유입된 후 산화질소가 탈질화 미생물에 의하여 환원됨으로서 질소가스( $\text{N}_2$ )로 분해되는 준혐기성 탈질반응이 진행된다.

이때, 산화질소는 반응조(1')의 하부에서 혐기성 처리과정을 거친 폐수혼합액의 상향류 작용 및, 혐기성 처리과정으로부터 발생하는 메탄가스 등의 강력한 상승작용에 의하여 하부로 역류됨이 없이 준혐기성여재(9')로 직접 유입됨으로서 산화질소가 반응조(1') 하부의 혐기성 환경을 저해하는 경우는 발생하지 않는다.

탈질화 미생물은 슈도모나스(Pseudomonas), 마이크로코커스(Micrococcus), 아크로모박터(Achromobacter), 바실루스(Bacillus) 등이 있으며, 이들은 모두 탈질 반응시 전자공여체(electron donor)로서 유기탄소원을 필수적으로 요구하는데 본 발명에서는 반응조(1')하부의 혐기성 처리과정에서 미처리되어 상승하게됨으로서 준혐기성여재(9')에 여과되는 유기물(부유 슬러지) 및 혐기성 처리과정의 부산물로 발생되어 준혐기성여재(9')로 유입되는 메탄 가스등을 이용하게 됨으로서 외부로부터 메탄올이나 아세트이트 등의 유기 탄소원을 별도로 주입할 필요가 없다.

상기 준혐기성여재(9')에는 탈질화 미생물과 더불어 메탄생성균 등의 일부혐기성 미생물이 부착성장 하게됨으로서 탈질반응과 함께 메탄생성반응이 이루어지는데, 도 3은 준혐기성여재(9')내부에서 채취한 처리액을 현미경 촬영한 메타노트릭스(Methanotrix)의 사진으로서 상기 메탄생성균의 존재사실을 입증하는 것이며, 이는 혐기성조건에서 메탄생성균의 전자수용체 반응에 있어 표준자유에너지( $\Delta G^0$ )값이 산소( $\text{O}_2$ )의 경우 -25.28 kcal, 질산이온( $\text{NO}_3^-$ )의 경우 -23.74 kcal, 황산염이온( $\text{SO}_4^{2-}$ )의 경우 -1.52 kcal, 초산이온( $\text{CH}_3\text{COO}^-$ )의 경우 -0.85 kcal로서 환원속도가 O

$3^-$ )의 경우 -23.74 kcal, 황산염이온( $\text{SO}_4^{2-}$ )의 경우 -1.52 kcal, 초산이온( $\text{CH}_3\text{COO}^-$ )의 경우 -0.85 kcal로서 환원속도가 O

$2^-$ )의 경우 -1.52 kcal, 초산이온( $\text{CH}_3\text{COO}^-$ )의 경우 -0.85 kcal로서 환원속도가 O

$3^-$ )의 경우 -23.74 kcal, 황산염이온( $\text{SO}_4^{2-}$ )의 경우 -1.52 kcal, 초산이온( $\text{CH}_3\text{COO}^-$ )의 경우 -0.85 kcal로서 환원속도가 O

$3^-$ )의 경우 -23.74 kcal, 황산염이온( $\text{SO}_4^{2-}$ )의 경우 -1.52 kcal, 초산이온( $\text{CH}_3\text{COO}^-$ )의 경우 -0.85 kcal로서 환원속도가 O

이와 같은 준혐기성 탈질 반응이 일어나는 준혐기성여재(9')로는 생화학적으로 안정한 물질을 사용하며 부착 미생물을 많이 확보할 수 있도록 라퍼(Luffer) 또는 락(Lock)형태를 갖는 망상형 여재가 바람직하고, 여재의 비표면적 및 공극율은 일반 플라스틱 여재에 비하여 다소 큰 것이 바람직하고, 여재의 비표면적 및 공극율은 일반 플라스틱 여재에 비하여 다소 큰 것이 바람직하지만 이는 특별히 한정되지 않으며 유입되는 폐수의 기질농도 및 유입속도에 따라 변화

시킬 수 있다.

한편, 준혐기성여재(9') 내에서의 탈질반응으로부터 발생한 질소가스, 이산화탄소가스 및 잉여 메탄가스 등은 가스유출구(7)에 의하여 포집된 후 가스수집조(8)로 수집되며, 여액의 폐수혼합액은 호기성조(10)로 이송된다.

이상의 산생성단계(3) 및 메탄생성단계(4)의 혐기성 처리공정과 준혐기성여재(9')에서의 준혐기성 탈질반응이 진행되는 동안 반응조(9') 일측에 구성된 가온장치(5)에 의하여 가온됨으로서 혐기성 반응 및 준혐기성 반응시의 온도가 34 내지 35°C의 중온 또는 50 내지 55°C의 고온의 최저온도로 유지될 수 있는 것이다.

계속해서, 호기성조(10)로 이송된 여액의 폐수 혼합액은 폭기 등의 호기성처리 공정을 거친 후 침전조(11)로 유입되고, 이 과정에서 산화질을 함유한 처리액의 일부가 산화질소도관(13)을 통하여 반응조(1') 내로 반송됨으로서 기 설명한 바와 같이 준혐기성여재(9')의 하부로서 상향 유입된다.

호기성조(10)에서는 니트로소모나스(Nitrosomonas) 및 니트로박터(Nitrobacter) 등의 질산화 미생물에 의하여 폐수혼합액 내에 존재하는 암모니아성 질소가 질산성질소로 변환되는 산화반응이 일어나는데, 이때 폐수 혼합액의 용존 산소(DO) 농도를 1mg/L 이상으로 유지시켜야 하며, 용존산소(DO)의 농도가 1mg/L 이하로 낮아지게 되면 질산화 가 느려지거나 중지된다.

상기 호기성조(10)에서의 호기성 처리과정에서는 질산화 반응과 함께 기 진행된 산형성단계(3) 및 메탄형성단계(4)의 혐기성 처리과정에서 인을 용출함으로서 일반 호기성 미생물보다 세포내 인의 함량이 높은 에시네토박터(Acinetobacter) 등의 미생물이 폐수 혼합액 내에 존재하는 용해성 인을 과잉섭취하여 폴리인(poly-P)형태로 저장하는 인의 섭취 과정이 동시에 수행된다.

따라서, 침전조(11)로 유입되는 미생물 활성 슬러지에는 고농도의 인이 함유되어 있으며 이들 활성 슬러지를 제거함으로써 전체 폐수 처리 공정에 있어서의 긍정적인 인제거가 완료되는 것이다.

최종적으로, 폐수혼합액은 침전조(11)로 유입되어 중력침강에 의하여 폐수혼합액내에 함유된 슬러지가 침전조(11) 하부로 침전되는 과정을 거친 후, 침전조(11) 상부의 상등액은 외부로 방류되고, 하부에 침전된 슬러지 중 일부의 슬러지는 도관(14)을 통하여 반응조(1')로 반송된 후 인입폐수(20)와 함께 혼합됨으로서 기 설명된 폐수 처리과정을 반복하게 되는 것이다.

반응조(1')로 반송되는 슬러지에는 산화질이 함유될 때가 있다. 소량의 산화질소는 폐수 혼합액과 혼합되면 곧 소비되어 없어지지만 그 양이 많을 경우에는 반응조(1')의 혐기성 상태를 손상시키게 되어 인 용출작용을 저해할 수 있으므로 침전조(11)에서의 체류시간을 길게 조절함으로써 잔여 산화질소성분을 제거할 수 있다.

이하 실시예 및 비교예를 통하여 본 발명을 보다 상세히 설명하기로 한다.

〈실시예〉 강원도 춘천시 소재의 한 축산농가로부터 돈사폐수를 채취하여 최초 침전지에서 2시간동안 침전 처리하였으며, 그 성상을 하기한 표 1에 나타내었다.

[표 1]

구분	성상	색상	냄새	온도	용존산소(DO)	용존산소(DO) 측정시간	비고
1	탁도	회색	악취	25°C	0.5mg/L	10분	원수
2	탁도	회색	악취	25°C	0.5mg/L	10분	1차 침전수
3	탁도	회색	악취	25°C	0.5mg/L	10분	2차 침전수
4	탁도	회색	악취	25°C	0.5mg/L	10분	3차 침전수
5	탁도	회색	악취	25°C	0.5mg/L	10분	4차 침전수
6	탁도	회색	악취	25°C	0.5mg/L	10분	5차 침전수
7	탁도	회색	악취	25°C	0.5mg/L	10분	6차 침전수
8	탁도	회색	악취	25°C	0.5mg/L	10분	7차 침전수
9	탁도	회색	악취	25°C	0.5mg/L	10분	8차 침전수
10	탁도	회색	악취	25°C	0.5mg/L	10분	9차 침전수
11	탁도	회색	악취	25°C	0.5mg/L	10분	10차 침전수

상기 표 1에서 나타난 폐수의 성상 수치는 운전기간 동안 사용된 폐수의 평균적인 성상치를 나타낸 것으로, 이러한 성상을 갖는 폐수의 실험을 위한 본 발명의 처리시설은 도 2에 나타난 바와 거의 같은 구성을 갖는다.

즉, 혐기성 반응조는 폐수 주입방식이 상향류 시스템으로 내부 직경 9cm, 높이 155cm의 원형 아크릴판으로 제작되었다. 혐기성 반응조의 총 용적은 6.68L이고 상부여유고 10cm를 제외한 유효용적은 6.0L이다. 혐기성 반응조 하부 60cm는 미생물의 그라놀(Granule)이 형성될 수 있는 상향류식혐기성슬러지블랑킷(Uplow Anaerobic Sludge Blanket, UASB)형태이고, 상부 35cm는 생물막여재로서 망상형 S/L

TM(Sun Lock)여재를 5cm×5cm크기로 증진하였다. 또한 가스가 유출되는 반응조의 상부에는 포집장치를 설치하였으며 폐수의 주입은 미량펌프를 이용하여 주입하였다. 혐기성 반응조의 가온은 히팅바(heating bar)에 의하여 외부가 온하였고, 균등한 온도유지를 위하여 가온조에 공기를 주입하여 혼합하였다.

혐기성 반응조의 하부에는 4L의 소화슬러지가 미리 식종되었으며 소화슬러지의 TS는 31.2g/L이고 VS는 17.2g/L이다.

이와 함께 혐기성 반응조 다음에 설치되는 질산화조는 11cm×16cm×30cm의 사각형 아크릴반응조가 2개조로 설치되었고 내부에 폭기를 위한 산기기(diffuser)가 설치되어있고 유효용적은 14.3L이며 질산화조의 유출수의 일부가 혐기성 반응조의 생물막여재로의 반송되도록 펌프가 설치되었다.

최종적으로 질산화조로부터 유출수의 침전처리를 위하여 2L의 침전조를 설치하였으며, 침전처리된 슬러지의 일부를 혐기성 반응조로 반송하기위하여 펌프가 설치되었다.

처리시의 운전조건은 하기 표 2와 같다.

[표 2]

구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분

상기 표 2의 운전조건하에서 실험처리를 행한 결과를 하기 표 3에 나타내었다.

[표 3]

구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분

〈비교예〉 상기 표 1과 동일한 성상을 갖는 폐수를 이용하여 상기 표 2의 운전조건하에서 종래의 혐기/호기(A/O) 판성슬러지법으로 처리한 결과를 하기 표 4에 나타내었다.

[표 4]

구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분

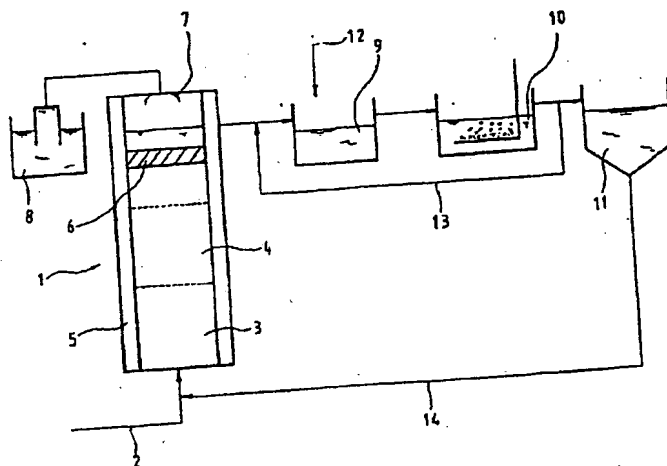
상기 실시예의 표 3 및 상기 비교예의 표 4에 나타난 결과로부터 알 수 있는 바와 같이, 종래의 혐기/호기(A/O)에 의



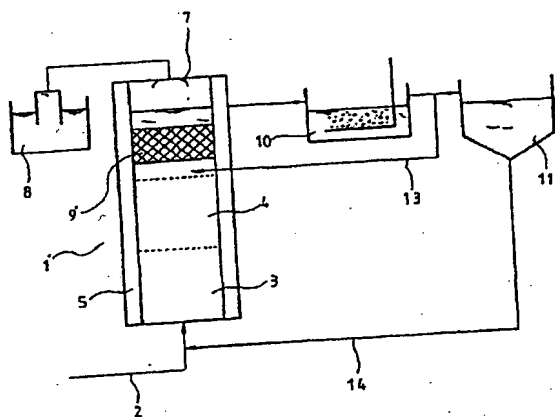


도면

도면1



도면2



도면3

